

MÉTODOS PARA PROMOVER A SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE URUCUM

Simone Januário Bocatto^{1*}, Victor Augusto Forti²

SAP 21546 Data do envio: 17/01/2019 Data do aceite: 04/04/2019
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 18, n. 3, jul./set., p. 226-231, 2019

RESUMO - A *Bixa orellana* L., conhecida popularmente como urucum, é uma espécie de importância econômica e ecológica. No entanto, as sementes desta espécie apresentam mecanismos de dormência que impedem sua germinação, até mesmo quando submetidas as condições favoráveis. Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar métodos para promover a superação da dormência em sementes de urucum, incluindo a utilização do ácido giberélico e ácido sulfúrico. Foram utilizadas sementes de dois acessos de urucum, as quais foram submetidas ao teste de germinação e índice de velocidade de germinação após submissão à escarificação mecânica, desponete, ácido sulfúrico por 3, 5, 10, 15 e 20 min. e água quente por 30, 60, 90 e 120 s. Além disso, as sementes incisas ou não, foram embebidas em ácido giberélico, nas concentrações 0, 400, 800 e 1200 mg L⁻¹. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, contendo 11 tratamentos para cada acesso na avaliação dos métodos de superação de dormência e 4 tratamentos para cada acesso na aplicação de GA₃, com e sem desponete. Nos dois acessos de sementes de urucum a escarificação mecânica e a utilização do ácido sulfúrico e giberélico podem aumentar a velocidade de germinação. As respostas para cada método de superação dependeram, entre outros fatores, da origem do acesso das plantas.

Palavras-chave: *Bixa orellana* L., dormência física, GA₃, giberelina, escarificação.

METHODS TO PROMOTE OVERCOMING DORMANCY IN ANNATTO SEEDS

ABSTRACT - *Bixa orellana* L. (annatto) is economically and ecologically important specie. However, the seeds of this species have some mechanisms of dormancy that prevent their germination even on favorable conditions. The aim of this work was to evaluate methodologies to promote the dormancy overcoming of annatto seeds, including the use of gibberellic acid. It was used seeds of two annatto accesses, which were submitted to the germination test and germination speed index after submission to mechanical scarification, incision, sulfuric acid for 3, 5, 10, 15 and 20 minutes and hot water for 30, 60, 90 and 120 seconds. In addition, whole or incised seeds were soaked in gibberellic acid at concentrations of 0, 400, 800 and 1200 mg L⁻¹. The experimental design was completely randomized, with 11 treatments for each access in the evaluation of dormancy overcoming methods and 4 treatments for each access in GA₃ application, with and without spike. In annatto seeds, it is not evident the dormancy seed overcoming by the use of incision, mechanical scarification, sulfuric acid, hot water and gibberellic acid; however, mechanical scarification, sulfuric acid and gibberellic acid can increase the speed of germination. The results of each method to overcoming seed dormancy depend of many factors, including the origin of access.

Keywords: *Bixa orellana* L., physical dormancy, GA₃, gibberellin, scarification.

INTRODUÇÃO

A espécie *Bixa orellana* L., conhecida como urucum, tem sido uma importante fonte de renda para vários produtores, cujo interesse se dá basicamente devido ao alto potencial econômico e ecológico da planta, na produção de corantes (LOPES et al., 2008) e em programas de reflorestamento.

Embora possa ser propagada por métodos vegetativos, a multiplicação por semente é aquele mais utilizado pelos agricultores, podendo ser feita semeadura direta em sacolas plásticas ou em sementeira. Porém, podem apresentar mecanismos de dormência que dificultam sua germinação e conseqüentemente o processo de produção de mudas (LOPES et al., 2008; PICOLOTTO et al., 2013).

A dormência das sementes de urucum é ecologicamente interessante, por possibilitar a germinação ao longo do tempo, porém, economicamente, a ocorrência desse mecanismo é indesejável, pois, interfere negativamente a germinação, provocando desuniformidade entre as mudas (TEDESCO et al., 2001).

Frequentemente, muitos métodos têm sido utilizados para a superação da dormência em sementes, como, escarificação em água fervente, que oferece bons resultados para algumas espécies de leguminosas (WANG et al., 2011; HU et al., 2009), escarificação com ácido sulfúrico, efetiva para sementes de testa enrijecida (HU et al., 2009; KAK et al., 2009; ZARE et al., 2011) e escarificação mecânica, que consiste em desgastar a testa

¹Bióloga, Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Rodovia do Açúcar, Km 156, CEP 13400-911, Taquaral, Piracicaba, São Paulo, Brasil. E-mail: simoninhajb@hotmail.com. *Autora para correspondência.

²Professor Doutor, Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), Campus Araras, Via Anhanguera, Km 174, CEP 13604-900, Zona Rural, Araras, São Paulo, Brasil. E-mail: viaugu@yahoo.com.br.

das sementes e reduzir a impermeabilidade (WANG et al., 2011; MYINT et al., 2010).

Sementes de urucum quando submetidas à escarificação com ácido sulfúrico e mecânica (com a utilização de lixa), absorveram água satisfatoriamente, superando a dormência imposta pelo tegumento. Neste ensaio, apesar da testa constituir uma barreira física ao fluxo de água e a viabilidade das sementes não ter sido influenciada negativamente, os métodos foram considerados adequados para a superação de dormência (PICOLOTTO et al., 2013).

Além do emprego de métodos tradicionais para a superação da dormência, a utilização de hormônios, como o ácido giberélico (GA_3) tem sido estudada por alguns pesquisadores (CHEN et al., 2008; WEI et al., 2009; DALASTRA et al., 2010; SANTOS et al., 2013). As giberelinas promovem a germinação, estimulando o crescimento do embrião e induzindo a produção de hidrolases para enfraquecer os tecidos ao redor do embrião. Alguns trabalhos foram desenvolvidos para superação de dormência de sementes de *Passiflora nitida* Kunth e *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg, verificando que, concentrações de 1.000 mg L^{-1} e 100 mg L^{-1} de GA_3 , respectivamente, foram mais adequadas em termos de germinação (SANTOS et al., 2013).

Dessa maneira, a descrição dos mecanismos de dormência e metodologias para a sua superação em sementes de urucum é uma excelente alternativa para reduzir os custos de produção de mudas e aumentar a eficiência e qualidade do processo de produção. Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar métodos para promover a superação da dormência em sementes de urucum, incluindo a utilização do ácido giberélico e ácido sulfúrico.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se dois acessos de sementes de urucum (*Bixa orellana* L.) provenientes do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), nomeados de acesso 1 e 2. Inicialmente, as sementes foram caracterizadas quanto à germinação, massa de 100 sementes e viabilidade de sementes pelo teste de tetrazólio, segundo os testes descritos a seguir.

Para a germinação, utilizaram-se 200 sementes de cada acesso, separadas em 4 repetições de 50 sementes, empregando-se como substrato o papel germitest, umedecido com água destilada, na proporção de 2,2 vezes o peso do papel. As sementes de cada repetição foram dispostas em rolos de papel, os quais foram colocados em B.O.D. regulada à temperatura de 30°C , na ausência de luz, permanecendo até o final do teste, conforme recomendações de Ferreira e Novembre (2015). As avaliações foram realizadas no 7°, 14° e 21° dia após a instalação deste teste.

Para a avaliação da viabilidade das sementes por meio do teste do tetrazólio considerou-se 4 repetições de 25 sementes para cada acesso. As sementes foram inicialmente embebidas em água por 24 h em B.O.D. sob temperatura de 25°C . Após este período, foram cortadas

longitudinalmente e imersas em solução de cloreto de tetrazólio (2,3,5-trifeniltetrazólio) a 0,075% e mantidas em estufa, no escuro, a 41°C por 2 h. Após, as sementes foram avaliadas quanto a sua coloração, considerando-se viáveis aquelas com tecidos do eixo embrionário de cor vermelho claro; de baixo vigor, com coloração vermelho carmim e inviáveis, sementes de coloração branca.

Após a caracterização, as 50 sementes de cada acesso foram submetidas aos tratamentos para superação de dormência, sendo a escarificação com água quente, escarificação com ácido sulfúrico, escarificação mecânica e desponte de tegumento. Para a escarificação em água quente, as sementes foram imersas em água quente durante 30, 60, 90 e 120 s. Em seguida, foram secas para retirar o excesso de água na superfície do tegumento (RODRIGUES et al., 2008).

Para a escarificação em ácido sulfúrico as sementes de cada um dos acessos foram imersas em Becker contendo ácido sulfúrico concentrado (98%), durante 3, 5, 10, 15 e 20 min. Posteriormente, as sementes foram lavadas em água corrente por 5 min. e secas para a retirada do excesso de água (RODRIGUES et al., 2008). Para a escarificação mecânica os tegumentos das sementes foram lixados em lixa para madeira n°220 por aproximadamente 30 seg. ou até atingir os tecidos internos, sem comprometer as regiões vitais como, eixo embrionário e cotilédones. No desponte da região oposta ao eixo embrionário a região do tegumento oposta ao eixo embrionário das sementes foi cortada com o auxílio de um bisturi, para permitir a entrada de água no interior das sementes.

Além dos métodos convencionais, as sementes foram submetidas aos tratamentos com ácido giberélico (GA_3). Para isso, 200 sementes de cada acesso foram submetidas ou não ao desponte e, posteriormente, embebidas por 24 h em concentrações de GA_3 (0 mg L^{-1} , 400 mg L^{-1} , 800 mg L^{-1} e 1200 mg L^{-1}). O desponte foi realizado no tegumento, na região oposta ao eixo embrionário das sementes, permitindo assim, a entrada de água e ácido giberélico no interior das sementes. Após a embebição, foram submetidas à avaliação da germinação, determinando também a porcentagem de sementes mortas e duras. Para a determinação do índice de velocidade de germinação (IVG) não foram utilizadas sementes que foram submetidas ao desponte. O IVG foi determinado juntamente com o teste de germinação, mediante a contagem diária do número de sementes germinadas, isto é, aquelas que apresentaram raízes maiores ou iguais a 2 mm de comprimento, até a estabilização da germinação, sendo calculado o índice a partir da fórmula proposta por Maguire (1962).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, contendo 11 tratamentos para cada acesso na avaliação dos métodos de superação de dormência e 4 tratamentos para cada acesso na aplicação de GA_3 , com e sem desponte. Para estes casos, após a análise da normalidade dos dados, esses foram analisados por meio do programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE

INC, 2008) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na caracterização dos acessos de sementes utilizados (Tabela 1) observa-se que não houve diferença na porcentagem de germinação e massa de 100 sementes entre os dois acessos estudados. O teste de tetrazólio foi

utilizado para avaliar a viabilidade das sementes e estas foram classificadas em viáveis, de baixo vigor e mortas. Para os dois acessos, a porcentagem de sementes consideradas viáveis foi alta e superior àquele determinado pelo teste de germinação. Isso comprova a ocorrência de sementes dormentes, as quais não germinaram após a avaliação do teste de germinação nos acessos.

TABELA 1 - Germinação (G), massa de 100 sementes (M100S) e porcentagem de sementes viáveis (V), inviáveis (I) e de baixo vigor (BV) avaliadas por meio do teste de tetrazólio, para os dois acessos (A1 e A2) de sementes de urucum.

Acessos de sementes de urucum	G (%)	M100S (g)	Teste de tetrazólio		
			V (%)	I (%)	BV (%)
A1	48,50	2,50	69	19	12
A2	48,50	2,31	72	19	9

Após a caracterização inicial, as sementes foram submetidas aos testes de superação de dormência (Tabela 2). Aquela contendo ácido sulfúrico por 3 e 5 min., para o acesso 1, promoveu alta porcentagem de germinação, porém, não diferindo dos demais testes, exceto da

escarificação em água quente por 60 seg., com germinação. Neste caso a água quente pode ter promovido a morte dos tecidos vitais das sementes (COSTA et al., 2010).

TABELA 2 - Germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de urucum para os dois acessos (A1 e A2), submetidos aos testes de superação de dormência.

TSD	Acessos de sementes de urucum			
	A1		A2	
	G (%)	IVG	G (%)	IVG
Controle (água)	51,5 ab*	3,21 c	51,0 ab	3,19 cd
EMecânica	48,5 ab	4,39 bc	58,5 a	4,68 b
Desponte do tegumento	43,5 ab	5,06 bc	42,5 b	6,41 a
Ácido sulfúrico por 3 min.	60,5 a	5,88 ab	49,5 ab	3,08 cd
Ácido sulfúrico por 5 min.	56,0 a	5,85 a	51,5 ab	3,01 cd
Ácido sulfúrico por 10 min.	51,5 ab	7,14 a	61,5 a	2,90 de
Ácido sulfúrico por 15 min.	49,0 ab	6,76 ab	56,5 a	2,77 de
Ácido sulfúrico por 20 min.	51,5 ab	3,34 c	57,5 a	1,54 e
Água quente por 30 seg.	49,0 ab	7,57 a	48,0 b	2,46 de
Água quente por 60 seg.	36,5 b	6,40 ab	53,0 ab	2,83 de
Água quente por 90 seg.	49,0 ab	4,76 bc	52,5 ab	4,23 bc
Água quente por 120 seg.	50,7 ab	6,74 ab	53,0 ab	2,73 de
CV(%)	19,80	16,70	11,70	16,53

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. TSD = testes de superação de dormência. EMecânica = escarificação mecânica (lixa). CV = coeficiente de variação.

Apesar de não apresentar diferenças significativas, o tratamento de escarificação com ácido sulfúrico por 3 min. mostrou-se eficiente na promoção da germinação, com taxas de 60,5%. Outros trabalhos relataram que a utilização deste ácido promoveu a superação de dormência em sementes de pau ferro e urucum (LOPES et al., 2008; ALVES et al., 2009, PICOLOTTO et al., 2013).

Em relação ao acesso 2, verificou-se melhor resultado absoluto com a utilização de ácido sulfúrico por 10 min. (61,5%), porém, não diferindo estatisticamente dos outros testes, exceto para o desponte e água quente por 30 min. Apesar da eficiência deste ácido (PICOLOTTO et al., 2013), alguns autores (LIMA et al., 2007;

RODRIGUES et al., 2009) recomendam a escarificação mecânica, por ser mais segura, não gerar resíduos, sendo eficaz para o sucesso da superação de dormência de espécies florestais, como *Parkia* spp. e *Caesalpineia ferrea* (MELO et al., 2011).

Em relação aos resultados do IVG, observa-se que, no acesso 1, os testes de escarificação em ácido sulfúrico por 5 e 10 min. e água quente por 30 seg., foram aqueles que apresentaram maior velocidade de germinação em relação aos demais testes. Isso ocorre, pois, o ácido sulfúrico em contato com as sementes até 10 min., degradando a parede do tegumento, possibilitando maior e mais rápida entrada de água na semente e por

consequência, promovendo germinação e emergência mais rápida e uniforme.

Para o acesso 2, o desponte foi aquele que apresentou maior velocidade de germinação em relação aos demais testes. Antagonicamente, aquele que apresentou a menor velocidade de germinação foi o teste com ácido sulfúrico por 10, 15 e 20 min. e água quente por 30 e 120 seg.. Neste caso, a utilização do ácido sulfúrico pode não ter sido suficiente para promover a degradação da parede do tegumento e favorecer a embebição das sementes.

Pode-se verificar efeito dos métodos para superação de dormência, devido as características dos tegumentos dos dois acessos. É possível que o acesso 2 tenha um tegumento mais espesso e, por isso, os períodos que as sementes ficaram em contato com o ácido sulfúrico não foram suficientes para enfraquecer a estrutura tegumentar. De acordo com a origem genética, os acessos podem reagir diferentemente em relação à exposição/tempo de escarificação ao ácido sulfúrico, água quente ou lixa.

TABELA 2 - Germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de urucum para os dois acessos (A1 e A2), submetidos aos testes de superação de dormência.

TSD	Acessos de sementes de urucum			
	A1		A2	
	G (%)	IVG	G (%)	IVG
Controle (água)	51,5 ab*	3,21 c	51,0 ab	3,19 cd
EMecânica	48,5 ab	4,39 bc	58,5 a	4,68 b
Desponte do tegumento	43,5 ab	5,06 bc	42,5 b	6,41 a
Ácido sulfúrico por 3 min.	60,5 a	5,88 ab	49,5 ab	3,08 cd
Ácido sulfúrico por 5 min.	56,0 a	5,85 a	51,5 ab	3,01 cd
Ácido sulfúrico por 10 min.	51,5 ab	7,14 a	61,5 a	2,90 de
Ácido sulfúrico por 15 min.	49,0 ab	6,76 ab	56,5 a	2,77 de
Ácido sulfúrico por 20 min.	51,5 ab	3,34 c	57,5 a	1,54 e
Água quente por 30 seg.	49,0 ab	7,57 a	48,0 b	2,46 de
Água quente por 60 seg.	36,5 b	6,40 ab	53,0 ab	2,83 de
Água quente por 90 seg.	49,0 ab	4,76 bc	52,5 ab	4,23 bc
Água quente por 120 seg.	50,7 ab	6,74 ab	53,0 ab	2,73 de
CV(%)	19,80	16,70	11,70	16,53

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. TSD = testes de superação de dormência. EMecânica = escarificação mecânica (lixa). CV = coeficiente de variação.

Esses resultados indicam que, apesar das sementes apresentarem dormência tegumentar (LOPES et al., 2008, PICOLOTTO et al., 2013), os testes não evidenciaram benefícios desse processo em relação ao controle. A submissão aos testes de superação de dormência, principalmente, o ácido sulfúrico e o desponte, favoreceu a germinação em relação ao aumento da velocidade para ocorrência do processo, devido principalmente, a absorção de água ser mais rápida, ativando precocemente as atividades das enzimas hidrolíticas responsáveis pela digestão de compostos essenciais para o crescimento das plântulas.

Os dados referentes ao teste com ácido giberélico estão apresentados na Tabela 3. Pode-se verificar que, os testes associados ao desponte, como forma de escarificação, influenciaram de maneira negativa na porcentagem de germinação em ambos os acessos. A incisão poderia ter facilitado o contato do embrião com o ácido giberélico, promovendo melhoria no processo de germinação, porém, a entrada rápida da água e do ácido giberélico, associada ao tempo que as sementes ficaram imersas, gerou uma condição de anaerobiose, prejudicando assim a reorganização do sistema de membranas das

células e, por consequência, a emergência das plântulas (SILVA; CARVALHO, 2008).

Em estudo com *nogueira-macadâmia*, espécie com dormência do tipo física, Dalastra et al. (2010) buscaram com GA₃, elevar os índices de germinação e uniformizar a emergência das plântulas. Porém, semelhante ao observado neste trabalho, as porcentagens de emergência de plântulas desta espécie foram inferiores nas sementes que sofreram incisão, independentemente da concentração utilizada do ácido na qual as sementes foram submetidas. Como foi verificado que a incisão nas sementes interferiu negativamente o teste de germinação, optou-se por não realizar este procedimento no IVG. Assim, estes resultados estão apresentados apenas para as sementes sem incisão.

Analisando os resultados do acesso 1 sem o desponte (Tabela 3), observa-se que não houve diferença significativa na germinação entre os testes utilizados, assim como verificado por Salazar et al. (2015) para sementes de *Trema lamarckiana*. Por outro lado, para o acesso 2 observou-se que, os testes com 400 mg L⁻¹ e 800 mg L⁻¹ de ácido giberélico apresentaram maiores porcentagens de germinação, diferindo estatisticamente do controle e daquele com 1200 mg L⁻¹ de ácido giberélico.

Em relação ao IVG, para o acesso 1, houve aumento na velocidade de germinação, quando comparado ao controle

com água. Por outro lado, para o acesso 2, isso não foi observado.

TABELA 3 - Germinação (G), porcentagem de sementes mortas (SM) duras (SD) e índice de velocidade de germinação (IVG) de dois acessos de sementes de urucum (A1 e A2) submetidos ao teste de superação de dormência com ácido giberélico (GA₃), com e sem desponte (Des.).

GA ₃ (mg L ⁻¹)	Des.	A1				A2			
		G (%)	SM (%)	SD (%)	IVG	G (%)	SM (%)	SD (%)	IVG
0	Com	10,50 b*	68,50 a	0,00 a	-	8,00 b	75,00 a	0,00 a	-
400		17,50 a	56,50 b	0,00 a	-	14,50 a	63,50 a	0,00 a	-
800		8,50 b	68,50 a	0,00 a	-	13,50 ab	71,50 a	0,00 a	-
1200		19,50 a	70,00 a	0,00 a	-	16,50 a	73,00 a	0,00 a	-
CV(%)		28,86	11,10	-	-	24,98	11,40	-	-
0	Sem	42,60 a	39,00 a	8,20 ab	3,20 b	41,10 b	31,20 a	15,80 a	3,27 a
400		47,40 a	29,80 b	7,60 b	4,37 a	50,20 a	24,40 b	19,90 a	2,95 a
800		39,60 a	28,90 b	13,00 a	4,42 a	47,30 ab	24,60 b	17,10 a	4,07 a
1200		46,30 a	30,80 b	12,00 ab	4,05 a	40,50 b	32,90 a	18,90 a	3,15 a
CV(%)		16,40	17,40	29,06	12,64	13,71	15,66	36,23	24,03

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. CV (%) = coeficiente de variação.

As giberelinas parecem não estar diretamente envolvidas no controle da dormência em si, mas são importantes reguladores endógenos para a indução e manutenção da germinação, promoção do alongamento do hipocótilo e caule (BEWLEY, 1997).

A giberelina estimula a síntese de enzimas que digerem as reservas armazenadas no embrião, com isso, são formados açúcares simples, aminoácidos e ácidos nucleicos. Os compostos são absorvidos pelo embrião e transportados para regiões de crescimento, estimulando o alongamento celular, fazendo com que a raiz rompa o tegumento da semente, acelerando e uniformizando a germinação (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Apesar da giberelina não ter atuado de forma direta na superação da dormência das sementes de urucum, no acesso 2, nas concentrações de 400 mg L⁻¹ e 800 mg L⁻¹, houve melhor estabelecimento das plântulas, aumentando assim, as porcentagens de germinação.

Diferente do observado em relação à superação da dormência neste trabalho, no estudo com germinação de sementes e vigor de plântulas de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg., em concentrações de GA₃, Santos et al. (2013), afirmaram que, a pré-embebição das sementes na concentração de 100 mg L⁻¹ por 6 h estimulou a germinação, e 128 e 160 mg L⁻¹ de GA₃ promoveram efeitos benéficos no vigor de plântulas de maracujazeiro-azedo, tanto para o desenvolvimento da parte aérea, quanto para desenvolvimento total da plântula.

CONCLUSÕES

Nos dois acessos de sementes de urucum a escarificação mecânica e a utilização do ácido sulfúrico e giberélico podem aumentar a velocidade de germinação.

As respostas para cada método de superação dependeram, entre outros fatores, da origem do acesso das plantas.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E.U.; BRUNO, R.L.A.; OLIVEIRA, A.P.; ALVES, A.U.; ALVES, A.U. Escarificação ácida na superação da dormência de sementes de pau ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tu. var. *leiostachya* Benth). **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p.37-47, 2009.
- BEWLEY, J.D. Seed Germination and Dormancy. **The Plant Cell**, v.9, n.7, p.1055-1066, 1997.
- CHEN, S.Y.; KUO, S.R.; CHIEN, C.T. Roles of gibberellins and abscisic acid in dormancy and germination of red bayberry (*Myrica rubra*) seeds. **Tree Physiology**, v.28, n.9, p.1431-1439, 2008.
- COSTA, P.A.; LIMA, A.L.S.; ZANELLA, F.; FREITAS, H. Quebra de dormência em sementes de *Adenanthera pavonina* L. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, n.1, p.83-33, 2010.
- DALASTRA, M.I.; PIO, R.; ENTELMANN, F.A.; WERLE, T.; ULIANA, M.B.; SCARPARE FILHO, J.A. Germinação de sementes de noqueira-macadâmia submetidas a incisão e imersão em ácido giberélico. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.3, p.641-645, 2010.
- FERREIRA, R.L.; NOVENBRE, A.D.L.C. Teste de germinação de sementes de urucum (*Bixa orellana* L.). **Multi-Science Journal**, v.1, n.3, p.46-52, 2015.
- HU, X.W.; WANG, Y.R.; WU, Y.P.; BASKIN, C.C. Role of the lens in controlling water uptake in seeds of two Fabaceae (Papilionoideae) species treated with sulfuric acid and hot water. **Seed Science Research**, v.19, n.2, p.73-80, 2009.
- KAK, A.; PANDEY, C.; GUPTA, V.; BHARDWAJ, M.; DASHORA, K. Effect of sulfuric acid pretreatment on breaking hard seed dormancy in diverse accessions of four wild *Corchorus* species. **Seed Science and Technology**, v.37, n.3, p.568-572, 2009.
- LIMA, R.V.; LOPES, J.C.; COELHO, R.I. Germinação de sementes de urucu em diferentes temperaturas e substratos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.4, p.1219-1224, 2007.

- LOPES, J.C.; LIMA, R.V.; MACEDO, C.M.P. Germinação e vigor de sementes de urucum. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.1, p.19-25, 2008.
- MAGUIRE, J.B. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MELO, M.G.G.; MENDONÇA, M.S.; NAZÁRIO, P.; MENDES, A.M.S. Superação de dormência em sementes de três espécies de *Parkia* spp. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.3, p.533-542, 2011.
- MYINT, T.; CHANPRASERT, W.; SRIKUL, S. Germination of seed of oil palm (*Elaeis guineenses* Jacq.) as affected by diferente mechanical scarification methods. **Seed Science and Technology**, v.38, n.3, p.635-645, 2010.
- PICOLOTTO, D.R.N.; THEODORO, J.V.C.; DIAS, A.R.; THEODORO, G.F.; ALVES, C.Z. Germinação de sementes de urucum em função de métodos de superação de dormência e temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, n.3, p.232-238, 2013.
- RODRIGUES, A.P.D.C.; KOHL, M.C.; PEDRINHO, D.R.; ARIAS, E.R.A.; FAVERO, S. Tratamento para superar a dormência de sementes de *Acacia mangium*, Willd. **Acta Scientia Agronomica**, v.30, n.2, p.279-283, 2008.
- RODRIGUES, A.P.D.A.C.; OLIVEIRA, A.K.M; LAURA, V.A.; YAMAMOTO, C.R.; CHERMOUTH, K.S.; FREITAS, M.H. Tratamentos para superação da dormência de sementes de *Adenantha pavonina* L. **Revista Árvore**, v.33, n.4, p.617-623, 2009.
- SALAZAR, A.; HODGES, S.R.; MASCHINSKI, J. Chemical scarification improves seed germination of *Trema lamarckiana* (Cannabaceae), a potential tree species to restore South Florida endangered ecosystems. **Seed Science and Technology**, v.43, n.2, p.291-296, 2015.
- SANTOS, C.A.C; VIEIRA, E.L; PEIXOTO, C.P; LEDO, C.A.S. Germinação de sementes e vigor de plântulas de maracujazeiro amarelo submetidos a ação do ácido giberélico. **Bioscience Journal**, v.29, n.2, p.400-407, 2013.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT: user's guide** version 9.2 (software). Cary. 2008.
- SILVA, B.M.S.; CARVALHO, N.M. Efeito do estresse hídrico sobre o desempenho germinativo da semente de faveira (*Clitoria fairchildiana* R. A. Howard. - Fabaceae) de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.1, p.55-65, 2008.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5a. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.
- TEDESCO, S.B.; STEFANELLO, M.O.; SCHIFINOWITTMANN, M.T.; BATTISTIN, A.; DALL'AGNOL, M. Superação da dormência em sementes de espécies de *Adesmia* D.C. (Leguminosae). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.7, n.2, p.89-92, 2001.
- WANG, Y.R; HANSON, J.; MARIAM, Y.W. Breaking hard seed dormancy in diverse accessions of five wild *Vigna* species by hot water and mechanical scarification. **Seed Science and Technology**, v.39, n.1, p.12-20, 2011.
- ZARE, S.; TAVILI, A.; DARINI, M.J. Effects of different treatments on seed germination and breaking seed dormancy of *Prosopis koelziana* and *Prosopis juliflora*. **Journal of Forest Research**, v.22, n.1, p.35-38, 2011.
- WEI, S.; ZHANG, C; CHEN, X.; LI, X.; SUI, B.; HUANG, H.; CUI, H.; LIU, Y.; ZHANG, M. GUO, F. Rapid and effective methods for breaking seed dormancy in buffalobur (*Solanum rostratum*). **Weed Science**, v.58, n.2, p.141-146, 2010.